

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-316870

(43)Date of publication of application : 29.11.1996

(51)Int.Cl.

H04B 1/38
H01P 7/00
H01P 7/04
H01P 7/08
H03H 9/64

(21)Application number : 08-084175

(71)Applicant : LK PROD OY

(22)Date of filing : 05.04.1996

(72)Inventor : HAGSTROEM PANU

(30)Priority

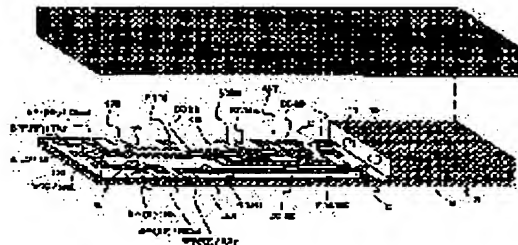
Priority number : 95 951669 Priority date : 07.04.1995 Priority country : FI

(54) RADIO COMMUNICATION TRANSCIEVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the integration degree of a mobile telephone by including a transmitting system and a receiving system in a filter section and arranging these systems in a protection cover formed by an electrically conductive material.

SOLUTION: A filter consists of a derivative material block B, resonators 10, 11 are formed as holes in the block B, and these holes penetrate into the block B and coated with a conductive material. The resonators 10, 11 are coupled with each other on the side face of the resonator block B. An antenna switch is attained by two PIN diodes PINshunt, PINser. The bias voltage of each diode is supplied to a circuit via a port Vbias and a current-limiting resistor R/Vbias. Other individual elements and a transmission line connected to these elements form an impedance shaping circuit. A metallic cover surrounds the whole circuit to prevent interferences to the circuit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-316870

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 1/38			H 0 4 B 1/38	
H 0 1 P 7/00			H 0 1 P 7/00	A
	7/04		7/04	
	7/08		7/08	
H 0 3 H 9/64		7259-5 J	H 0 3 H 9/64	Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平8-84175

(22)出願日 平成8年(1996)4月5日

(31)優先権主張番号 9 5 1 6 6 9

(32)優先日 1995年4月7日

(33)優先権主張国 フィンランド (F I)

(71)出願人 592133047

エルケープロダクツ オサケユイチア
フィンランド国、エスエフ-90440 ケン
ベル、タカティ 6

(72)発明者 バヌ ハグストローム

フィンランド国、エフィーエン-90230
オウル、ラディオマストンティエ 8 ベ
ー 22

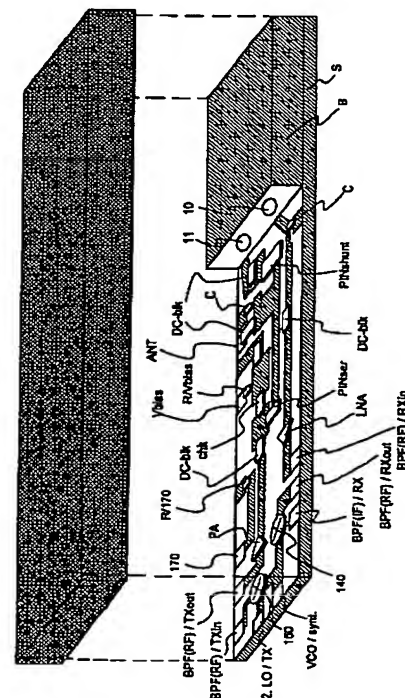
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 無線通信送受信装置

(57)【要約】

【課題】 移動電話などに用いられる無線通信送受信装置に関し、アンテナスイッチ、フィルター、方向性結合器、受信機の低雑音増幅器LNA及びミキサ140、並びに送信機の電力増幅器PA及びミキサ150を集積することにより、全ての部分が低損失基板S上に集められて干渉から保護する共通のカバー内に配列される。

【解決手段】 送信系及び受信系の支持構造は前記スイッチ及びフィルターのセクションからなる複合セクションの支持構造と同一であり、該配列に属する部品間のガルバニック結合が前記した共通の支持構造により実現され、前記送信系及び受信系は、前記フィルターのセクションに属している導電性材料の保護カバーの中に位置している。なおこの実施例ではフィルターとして誘電体フィルター（誘電体材料のブロックBからなる）が用いられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 a) 伝送線共振器から成るフィルターセクション (S₁、S₂、S_F、S_T) と、

b) 低雑音増幅器 (LNA) 及びミキサから成る受信系と、

c) 電力増幅器 (PA)、方向性結合器及びミキサから成る送信系とから成る無線送受信装置において、

該フィルターセクションと関連してスイッチ手段が設けられ、該スイッチ手段は該無線送受信装置のアンテナスイッチとして作用し、前記フィルターセクション、前記受信系、及び前記送信系は構造体を形成し、その構造体において前記受信系と前記送信系とは該スイッチ手段及び該フィルターセクションと関連して配列されていて、該送信系及び該受信系の支持構造は該スイッチ手段及び該フィルターセクションから成る複合セクションの支持構造と同一であり、

該配列に属する部分の間のガルバニック結合が前記共通支持構造により実現され、

該送信系及び該受信系は、該フィルターセクションに属して導電性材料で作られている保護カバーの中に位置することを特徴とする無線通信送受信装置。

【請求項 2】 該フィルターセクションは唯一のフィルター (S₁、S₂、S_F、S_T) から成っており、そのフィルターは或る通過帯域範囲を持っていて送信及び受信に共通である、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 3】 該フィルターセクションの前記の或る周波数範囲を制御信号に応じて所望の範囲に調整し得るようにした、請求項 2 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 4】 該フィルターセクションは、伝送線共振器を含む送信部のフィルター (S₂) と受信部のフィルター (S₁) とから成っており、それは該伝送線共振器への結合を実現すると共に該伝送線共振器間の結合を実現し且つ該フィルターを該アンテナに整合させるための整合回路を有する、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 5】 該共振器は螺旋共振器である、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 6】 該共振器は誘電体共振器である、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 7】 該共振器はストリップライン共振器である、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 8】 該フィルターは弾性表面波 (SAW) フィルターである、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 9】 該受信系及び該送信系は個別の素子で実現されている、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 10】 該受信系及び該送信系は一つの集積回路に実現される、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【請求項 11】 該受信系と該送信系と該スイッチング手段及び該フィルターセクションから成る受動的素子とは、該共振器及び該共振器への結合のための伝送線を除いて、MCM法 (マルチチップモジュール) で実現されている、請求項 1 に記載の無線通信送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は高度に集積化された小型の無線通信送受信装置 (transceiver) の構造に関する。この送受信装置の構造は、

a) アンテナスイッチ・フィルター複合セクションを備えており、このセクションにおいて調整可能な通過帯域特性を有するフィルターが共振器で実現されており、このセクションにより、該無線装置の送信機及び受信機を、周波数分割二重 (FDD (Frequency Division Duplex)) 方式又は時分割二重 (TDD (Time Division Duplex)) 方式を使用することのできる時分割多元接続 (TDMA) 方式の移動電話通信網の共通アンテナに接続することができ、この送受信装置の構造は、更に、

b) 方向性結合器と、

c) 該送信機に設けられた電力増幅器 (PA) 及びミキサと、

d) 該受信機に設けられた低雑音増幅器 (LNA) 及びミキサとを備えている。

【0002】

【従来の技術】 二重機能を持っていて、時分割二重 (TDD) 方式又は周波数分割二重 (FDD) 方式を利用する従来技術の無線装置は、送信機側及び受信機側の両方に数個の RF フィルター (高周波フィルター) 及び IF フィルター (中間周波フィルター) を備えている。図 1 は従来技術の時分割多重 (TDM) 無線装置を示す。無線装置 101 は、受信機側にバンドパスフィルター 121 を備えており、その入力ポートはアンテナスイッチ 191 に接続されている。該フィルターの出力ポートは低雑音増幅器 (LNA) 171 に接続されており、この増幅器は、受信された無線信号を増幅する。その後、第 2 のバンドパスフィルター 181 があり、このフィルターは受信された信号を更に濾波する。フィルター 181 の出力ポートはミキサ 111 に接続され、ここで受信された信号はシンセサイザ 221 からの第 1 注入信号と混合される。その混合の結果として得られた中間周波数 (IF) 信号は、RX 回路の残部に供給されて更に処理される。

【0003】 無線装置 101 の送信セクションは第 2 局部発振器 (LO) 信号 261 を備えており、この信号は、送信機フロントエンド (図示せず) により生成されてミキサ 301 で該第 1 注入信号と混合される。ミキサ 301 の出力はバンドパスフィルター 131 に供給されるが、このフィルターは送信機の電力増幅器 141 の前段におかれている。電力増幅器 141 の出力はローパス

フィルター又はバンドパスフィルター151の入力に接続されていて、送信される信号がアンテナを介して放射される前に望ましくない成分が送信信号から濾波されるようになっている。電力増幅器141とバンドパスフィルター151との間には、しばしば、アンテナに入る信号の電力レベルの測定を可能にする方向性結合器（図示せず）が置かれる。

【0004】2個の連続するRFブロック（例えばLNA171とアンテナスイッチ191）と、それらの間の“オフチップ”（“off-chip”）フィルター121とを統合ないし集積回路化することは極めて困難である。該フィルターは例えば螺旋フィルター、誘電体フィルター又は他の類似のフィルターであり、図示の無線装置101で設計された機能に関してはかかるフィルターを使用する必要がある。前記の困難の原因は、主として次のような事実にある。即ち、もしその“オフチップ”フィルターとRFブロックとが同じチップ上に集積されると、IC技術で実現されるRFブロックと比べてフィルターのサイズが大きいために大きなサイズの接続ストリップが必要となり、そのために、それらのストリップに起因する電氣的浮遊量と誘導性結合とによりフィルターの選択性が損なわれることになる。実際問題としては、上記RFブロック間に“オフチップ”フィルターが使用される場合には完全な集積回路化は経済的ではないであろう。従って、従来技術の時分割多重（TDM）無線装置は、集中化された或いは別々の素子で実現される数個のRFブロックと、それらのブロックの間に接続されるフィルターとから成っている。

【0005】別々の素子とフィルターとの間のインターフェースにおける標準的インピーダンスとして50Ωが確立された。フィルター及び半導体の製造メーカーは、モジュール設計を容易にするために、入力インピーダンス及び出力インピーダンスをその標準値に合わせる。RF回路の入力インピーダンス及び出力インピーダンスはそれより低い方が好都合である場合がしばしばあり、例えばLNA171の最適入力インピーダンスレベルは約10Ωである。該標準値への適合化は整合回路で行われなければならない。この回路は別々の素子からなるか、或いは半導体メーカーはRF回路（半導体回路）の部品として集積化する。無線装置のサイズ及び価格を現在のレベルから相当低下させるようにするためには、前記ブロックを容易に集積回路化し得るような無線装置の構成を開発しなければならない。

【0006】無線送受信装置の能動的素子を全て1チップに集積することが知られている。特許公報WO93/14573は、時分割多元接続方式にもとづいて時分割二重を使用する新しい構成を示している。この公報に記載されている構成では、送受信装置の全ての能動的素子は一つの回路に集積されていて、集積化の度合いを高めることができるようになっている。しかし、この構造の

機能に不可欠のフィルターは集積回路の外側に取り残されていて、これらの回路同士の整合をとる上で顕著な問題がある。

【0007】上記の公報に開示されている設計の主な欠点は、独立の送受切換器が無ければ、時分割多元接続及び周波数分割二重（TDMA/FDD）方式を使用するシステムにそれを使うことはできず、そのために、實際上、上記公報に示されている回路の物理的サイズが殆ど2倍になるという点にある。また、その設計は、方向性結合器や自動利得制御用の直接測定接続部を含んでいない。方向性結合器は、集積回路外の伝送線路として電話の印刷基板上に直接設けられなければならないが、それでは電氣的干渉を非常に受けやすくなる。印刷基板上に作られた方向性結合器は、印刷基板上に相当の面積を必要とするし、また送信機側の回路で少なくとも0.5dBの余分の減衰を生じさせる。この減衰は電話の電力消費に直接影響を及ぼし、従って達成し得る通話時間に直接影響を及ぼすことになる。

【0008】上記公報に開示されている設計のもう一つの欠点は、セラミック表面に形成された伝送線共振器フィルターの選択性が悪いことである。このフィルターは、送信系におけるミキサの混合結果を濾波するのに使われる。その通過帯域減衰レベルは十分に低いけれども、70MHzという低い中間周波数を使用するときには、もし混合結果に対して例えば30dBの減衰レベルが必要であるならば、選択性は全く不十分である。

【0009】更に、従来技術には送受切換器、送信機及び受信機を1チップ上に集積した送受信装置がある。この装置は米国特許第4,792,939号に開示されている。この特許の設計では、送受切換器は弾性表面波フィルター（SAW（Surface Acoustic Wave）フィルター）で実現されている。この設計は、受信機の低雑音増幅器（LNA）、SAW技術で実現されたバンドパスフィルター、及びミキサを集積している。該特許は、更に、電力制御に必要な回路が該設計、即ち方向性結合器及び制御ユニット、送信機の電力増幅器、及びその制御のための独立の増幅器内に集積される解決策も開示している。

【0010】この特許に開示されている解決策の問題点は、使用されるSAWフィルターと関連している。SAWフィルターは、該フィルター自体より大きな整合回路を必要とするので前記の解決策を移動電話に適用することは不可能であり、印刷基板上の伝送線として実現される該整合回路は電磁的干渉を受けやすい。SAWフィルターの電力容量は余り大きくないので、電力容量が2Wとなることのある移動電話の送信系に使用されるために、これらのSAWフィルターを組み立てて送受切換器を構成することはできない。また、SAWフィルターは温度変化の影響を非常に受けやすく、それは周波数のドリフトとなって現れる。このことを考慮せざるを得ない

のでSAWフィルターの通過帯域は必要以上に広くとられる。そのために、特に、送信帯域と受信帯域との間の境界帯域が現在よりも狭くされることになっている将来の移動電話通信網においてそのような解決策を利用することは不可能となる。ちなみに、例えば、欧州通信規格協会の規格05.05「欧州デジタルセルラー通信システム（段階2）；無線送受信」（ETSI(European Telecommunications Standards Institute) specification 05.05 "European digital cellular telecommunication system (phase 2): Radio transmission and reception")に準拠したGSM強化システムである将来のE-GSM通信網においては、境界帯域は僅かに10MHzである。また、SAWフィルターの通過帯域減衰は約3.0~4.0dBと高いことにも留意しなければならない、これは移動電話の送信系に関しては高すぎる。

【0011】時分割多重／多元接続(TDM/TDMA (Time Division Multiplex/Multiple Access))方式はデジタルデータ通信網において広く使用されいて、送信及び受信を別々のタイムスロットで行うようになっている。もし送信周波数及び受信周波数が同一であれば、移動電話はアンテナスイッチを使ってそれらの信号を分離し、それによって、そのスイッチはアンテナを装置の送信系及び受信系に交互に接続するものである。送信及び受信が別々の周波数帯域で行われる場合には、アナログ電話に使用されている複式フィルター(duplex filter)と同様のフィルターを分離ユニットとして使用することができる。この後者の方式は、周波数分割多重／多元接続(FDM/FDMA (Frequency Division Multiplex/Multiple Access))方式を使用するシステムでも問題になる。

【0012】周波数分割二重(FDD (Frequency Division Duplex))方式を使用するデジタル無線電話は、受信機の入力がある選択性を持っていなければならない、また低雑音前置増幅器を保護しなければならないので、上記のRFスイッチとは別にフィルターを必要とする。送信機の出力において、送信周波数の高調波群と、その他の例えばミラー周波数等のスプリアス送信とを減衰させなければならない。該フィルターは、送信系により受信機の帯域に生成された雑音も除去する。送信帯域より下の周波数も、別のフィルターで減衰させなければならない。DECT (Digital European Cordless Telephone (デジタル欧州コードレス電話))等の、時分割二重を使用するシステムでは、アンテナに向けて信号を送る間に発生するスプリアス送信を更に別の装置で十分に減衰させなければならない。

【0013】同じ構造の中にアンテナスイッチ及びフィルターの両方を組み込んだ解決策が従来技術にある。米国特許第5,023,935号は、フィルターとして2本の並列伝送線を使用しており、そのうちの第1の伝送線の一端はアンテナに接続されている。第2の伝送線の

一端は受信機に接続されていて、この端部をPINダイオードで短絡させることができる。第2の端部は、逆バイアスがかかっているPINダイオードを通して送信機に接続されている。ダイオードと伝送線とを使用したことで十分なアイソレーションが得られており、また相互電磁結合を伴う伝送線を使っていることにより或る程度の濾波作用が得られている。しかし、この設計では、大電力を使用することはできず、また、大した濾波特性を持たせることは出来ない。この設計の別の欠点は、サイズが大きいということである。この設計は、880MHzの周波数で約8.5cmの長さとなる四分の一波長の長さの伝送線を利用する。他の回路素子を付加すると、この設計の全体のサイズは容易に約20×100mmもの大きさとなり、これでは移動電話には大きすぎる。

【0014】フィンランド特許FI90926号は、時分割多元接続システムにおいて、1周波数帯域を利用するときにも2周波数帯域を利用するときにも伝送線共振器で実現されるフィルターの周波数を希望の方法で高精度に変更することを可能にする方法を開示している。この特許によると、該共振器は、該フィルターの三つのポートの間に数グループに分けられて配置されており、外部の制御信号により例えば第2ポート及び第3ポート間の共振器の固有周波数(characteristic frequency)、又は第1ポート及び第2ポート間の共振器の固有周波数が変化させられる。別々の共振器の共振周波数は、例えばフィンランド特許FI88442号(米国特許第5,298,873号)に開示されている方法で変更されるが、その場合、主共振器に隣接して配置されている補助共振器の一端が必要なときに短絡され、これにより、この設計の特性インピーダンスが変化して共振周波数の変化を生じさせる。本発明においても、他の公知の方法を利用して共振器及び該共振器を構成するフィルターの周波数をシフトさせることができる。

【0015】フィンランド特許FI90478号は、送信系の結合器又は整合回路の伝送線をどのようにして方向性結合器の一部として使用し得るかを示している。この方法では、低損失基板上の高周波フィルターのカバーの中で、干渉及び損失を被りやすい回路基板から方向性結合器を移動させることができる。フィルターの一部となる方向性結合器を動かすとき、挿入損失が少ないために、在来の回路基板実施例と比べて約0.3dBの電力を節約することができることが測定により証明されている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、時分割多元接続／周波数分割多元接続、周波数分割二重／時分割二重(TDMA/FDMA、FDD/TDD (Time Division Multiple Access/Frequency Division Multiple Access, Frequency Division Duplex/Time Division Duplex))方式を使用するデジタル移動電話システムに

適用することができ、一方ではRFスイッチ又は複式フィルターにもとづくアンテナスイッチの上述した欠点を除去又は減少させ、他方では上記の各設計の利点を併せ持つ無線送受信装置の設計を可能にすることである。本発明の他の目的は、受信機の低雑音前置増幅器及びミキサ、並びに送信機の電力増幅器、方向性結合器及びミキサをアンテナスイッチ及びフィルターの構造と組み合わせることによって移動電話の集積度を高めることである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、アンテナスイッチ、フィルター、方向性結合器、受信機のLNA及びミキサ並びに送信機のPA及びミキサを同じ統合体の中に集積することにより達成され、全ての部分が一つの低損失基板上に集められて、干渉に対して保護する共通のカバーの中に置かれる。この統合体は移動電話の回路基板上の1構成要素を形成する。

【0018】本発明では、能動的素子（即ち受信機のLNA及びミキサ並びに送信機の電力増幅器及びミキサ）が組み合わされてフィルター構造の他の素子と共に同一の基板上のフィルター構造の一部をなすことが不可欠である。

【0019】本発明の無線送受信装置の特徴は次の通りである、即ち、そのフィルターセクションの接続部にスイッチ手段が設けられ、該スイッチ手段は該無線送受信装置のアンテナスイッチとして作用し、前記フィルターセクション、該装置の受信系、及び該装置の送信系は一つの構造体を形成し、その構造体において前記受信系と前記送信系とは該スイッチ手段及び該フィルターセクションと関連して配設されていて、

— 該送信系及び受信系の支持構造はアンテナスイッチ・フィルター複合セクションの支持構造と同一であり、
— 該装置に属する部分の間のガルバニック結合 (galvanic connections) (導電性材料内を自由電子が流れることによる導電接続) が前記共通支持構造により実現され、

— 該送信系及び該受信系は、該フィルターセクションに属していて電気伝導材料で作られている保護カバーの中に位置する。

【0020】各能動的素子は、それ自体は従来技術として知られているディスクリートな素子として、或いは一つのGaAs回路として、或いはマルチチップ・モジュールとして実現することができる。本発明の発明思想は、前記のようにして実現された能動的素子を、フィルター・アンテナスイッチ・方向性結合器からなる構造の中に集積することにより、別々の素子のインターフェースを50Ωの標準値に整合させる整合回路の主要部を除去し得るようにすることである。

【0021】このことは、第1に、受信機側の低雑音前置増幅器の入力側と送信機側の電力増幅器の出力側とに

整合回路が従来必要だったことを意味する。更に、該構造に必要な全ての受動的素子を、MCM (マルチチップモジュール) 技術により例えば厚膜又は薄膜技術で回路基板上に直接集積することができる。このようにして個々別々の (ディスクリートな) モジュールを無くすることができ、該構造体全体の信頼性が向上し、その総重量及びサイズが減少する。更に製造コストを節約することができる。電気的機能に関して、寄生素子が除去されるので、電気回路がより高速に、より少ない総電力消費量で動作するようになることが重要である。

【0022】添付図面を参照して本発明及びその実施例を詳しく説明する。

【0023】

【発明の実施の形態】初めに、図4の(B)～図14を参照して従来技術を詳しく説明する。

【0024】図4の(B)及び(C)は、アンテナスイッチブロックAKとして集積されたRFスイッチK_r、K_f及びフィルターS_r、S_fを示す。信号がTDMA/FDDシステムで送信されるとき(図4の(B))、制御ロジックL_fは信号をフィルターS_fを経由させて進ませ、RFスイッチK_fは位置Tにある。フィルターS_fの中心周波数はシステムの送信周波数に対応する。このとき、該RFスイッチは、送信される信号に対しては送信ポートへの低インピーダンス信号経路となっている。該スイッチが位置Tにあるとき、フィルターS_fは、アンテナAに対しては、該アンテナのそれと等しいインピーダンスを有する、即ち該アンテナに整合するものとなっている。信号がTDMA/TDDシステムで送信されるとき(図4の(C))、制御ロジックL_rはRFスイッチを制御して位置Tをとらせ、一定周波数フィルターS_r及びRFスイッチK_rを介して信号をアンテナに接続する。信号が送られるとき、RFスイッチK_r、K_fは、受信ポートに対しては非常に高いインピーダンスとなっていて、図4の(B)及び(C)の両方の構成に応じて信号を減衰させる。送信のとき、RFスイッチK_r、K_fの減衰は、使用されるスイッチの種類と構成とにより、10から70dBまでいろいろである。

【0025】TDMA/TDDシステムで図4の(C)の構成に応じて信号が受信されるとき、制御ロジックL_rは信号をフィルターS_rを経由させてRFスイッチK_rに送り、このスイッチはそのとき位置Rにある。信号が時分割システムで図4の(B)の構成に応じて受信されるときには、制御ロジックL_fは、例えばフィンランド特許FI-88442号に開示されている方法で共振器の周波数を変化させることにより、フィルターS_fの共振器の中心周波数を受信周波数と対応するように変化させる。共振器の周波数をシステムの送信周波数から受信周波数まで変化するように他の公知の方法で変化させることもできるということは当業者にとっては自明のことである。時分割システムでは、制御ロジックL_fはR

Fスイッチ K_F に位置Rをとらせて信号をフィルターS及びRFスイッチ K_F を介して受信ポートRXに接続する。信号が受信されるとき、RFスイッチ K_T 、 K_F は、受信される信号に対しては、図4の(B)及び

(C)の両方の構成に応じて、受信ポートRXへの低インピーダンス、低反射の信号経路となる。信号が受信されるとき、RFスイッチ K_T 、 K_F は、送信ポートTXに対しては非常に高いインピーダンスとなっていて、信号を減衰させる。RFスイッチ K_T 、 K_F の減衰は、使用されるスイッチの種類と構成とにより、10から30

dBまでいろいろである。個々別々の(ディスクリットな)ブロックで形成される図4の(A)の設計は、図4の(B)及び(C)の構成と比べると、上記したようなディスクリットな素子からなる実施例の欠点を持っている。

【0026】図5において、参照符T1は主共振器を示すが、これは螺旋共振器、同軸共振器、誘電体共振器或いはストリップライン共振器など、どのような種類のものでもよい。この共振器は或る共振周波数 f を有する。ストリップラインT2がその電磁場の中に置かれていて、該ストリップラインはスイッチSWと短絡され得る開放上端を有する。結合Mが該共振器間で作用する。スイッチが開いているとき、該ストリップラインは、或る共振周波数 f_0 を有する半波長共振器($\lambda/2$ ・共振器)として作用する。該ストリップラインの測定によると、この共振周波数 f_0 は主共振器T1の共振周波数から離れすぎているので、補助共振器T2は主共振器T1の中心周波数 f に殆ど影響を与えない。スイッチSWは、閉じられると、ストリップラインの1端を短絡させるので、それは四分の一波長共振器($\lambda/4$ ・共振器)となり、その共振周波数は $f_0/2$ で、 f より高い。結合Mは、このとき、主共振器T1の共振周波数を Δf だけ下方ヘシフトさせる。適当な共振周波数 f_0 と結合Mとを選択することによってこのシフト量 Δf を希望通りの値とすることができる。結合Mは、共振器の寸法と相対位置とにより決まる。

【0027】図6は、無線電話の複式フィルターと該電話の他のブロックとの間のインターフェースを示す。複式フィルター/方向性結合器ブロック1は4つのポート、即ち該フィルターに到来する送信信号用の一つのポ

【0028】図6は、複式フィルター61のRXアイソレーションフィルター62が螺旋共振器技術で実現されていて、方向性結合器610が該共振器の送信機側端部における整合回路に集積されている実施例である。該方向性結合器は、並列マイクロストリップラインで実現されるのが好ましい。第1ストリップラインAは、フィルターの入力と螺旋HX1との間の結合ストリップとして作用し、第2のストリップラインBは方向性結合器ポート⑦への結合ストリップとして作用する。結合ストリップBは抵抗器Rで終端している。図のフィルターでは、方向性結合器をアンテナポート⑨の前に置くこともでき、その場合には、方向性結合器段⑦と、ストリップラインCへの電磁結合を有するストリップラインBと、終端抵抗器Rとから成る回路をインピーダンス整合ストリップラインCと並列に設けることによってそれを容易に実現することができる。

【0029】図7は、PINダイオードで実現される周知のRFスイッチデザインを示す。図7のRFスイッチデザインは、フィルターと集積され得るものである。他のRFスイッチを使用することもできる。信号が送信されるとき、該RFスイッチの両方のPINダイオードD1及びD2に順方向のバイアス電圧 V_{bias} がかけられる。このとき、直列接続されたPINダイオードD1はアンテナAに向かって進む信号に対しては低インピーダンス信号経路となり、並列接続されたPINダイオードD2は、受信ポートRから見てアンテナポートを実際上短絡して、そのオーバーロードを阻止し、敏感な低雑音前置増幅器(図1のLNA)を強い送信信号から守る。送信モードでは、 90° 位相シフタPSにより並列接続されたPINダイオードD2の低いインピーダンスを高い値に変更することによってアンテナと受信ポートRとを分離させることができる。例えば伝送線共振器等で実現される阻止(stop)帯域フィルターの結合素子としては普通はLC低域通過構造が使用され、その構造を位相シフタPSの形式でRFスイッチの一部として利用することができる。そのLC低域通過構造は、送信機が発生させる高調波を除去するための低域通過フィルターをも形成する。例えばRFスイッチの受信部と並列に接続されるPINダイオードの数を増やしてそれらを図7の下方に点線で示されるように四分の一波長間隔で相互接続することによってあらゆる場合に所要の絶縁性(アイソレーション)を高めることができる。

【0030】受信が行われるとき、両方のPINダイオードD1及びD2に逆方向のバイアスがかかり、これらのダイオードは、受信される信号に対しては小さなキャパシタンスとなって、アンテナAから受信ポートRへの低インピーダンス、低損失の信号経路となる。信号を受信している間は、RFスイッチの送信部と直列に接続されるPINダイオードD1のゼロ又は逆バイアスにより生じる高インピーダンスにより送信ポートTはアンテナ

11

ポートAから分離される。図のデザインは、本発明に使用することのできるRFスイッチのデザインを決して限定するものではなく、RFスイッチは、例えば、当業者に周知されている、1つ以上のバイアス電圧で制御することのできる直列-直列型又は並列-並列型の種類のPINダイオードスイッチであっても良い。更にRFスイッチの実施例は、PINダイオードで実現されるスイッチだけに限定されるものではなく、例えばGaAs技術でも実現され得る。RFスイッチはSAWフィルターと同じ基板上に集積することができるので、その共通構造は、パッケージに納められて(場合によっては)密封されたときには非常に小型でコンパクトな素子となる。

【0031】図8は、フィルターに集積された図7のアンテナスイッチを示す。送受信のとき、共振器R1及びR2により形成される帯域ストップ構造は、それらの周波数が各々が必要とするスペースを満たすように変更されるとき、図1の送信フィルター15及び受信フィルター12と同じ機能を有する。PINダイオード及びストリップライン及びフィルターの個々別々のディスクリートな素子により形成されるアンテナスイッチは、図7のアンテナスイッチと同じ機能を有する。

【0032】送信が行われるとき、制御ロジック論理Lr、Lf(図4の(B)および(C)に示されている)は正の電圧をポート4に印加するので、PINダイオード8、9に順方向のバイアスがかかる。このとき、信号は、共振器10(R2)、11(R1)及びコンデンサ54~58及びコイル12からなる通過帯域フィルターを通過して送信ポート1からアンテナへ進む。第2のPINダイオードの小さな順方向抵抗が、伝送線(図7及び8の実施例に示されている)、コンデンサ54、59及びコイル14から成る90°位相シフタPSにより高い抵抗に変換される(信号は約30dB減衰させられる)ので信号は受信ポート3には達しない。

【0033】受信が行われるとき、制御ロジックはゼロバイアスをポート4に印加する。すると、両方のダイオード8、9に逆バイアスがかかる。そのとき、PINダイオード8により該送信ポートのインピーダンスが信号に対して非常に高いインピーダンスとなっているので、信号はアンテナAから通過帯域フィルターを通過して受信ポート3に進む。

【0034】フィルター自体に既に存在する伝送線及びコンデンサは、位相シフタ(移相回路)PS及び所要の伝送線の実現に利用されうるので、この構成によってアンテナスイッチに必要な余分の素子の数を最小限にすることができる。アンテナスイッチに必要な余分の素子は、バイアSPORT4、電流制限抵抗器6(図9、図11、及び図12に示されている)、インダクタ7、PINダイオード8及び9、及びコンデンサ51~53である。フィルターは、コンデンサ54、59及びコイル14から成っていて、アンテナスイッチに必要なとされる位

12

相シフタ(移相回路)PSを既に含んでいるので、この構成は、図3のように独立のフィルター及びアンテナスイッチで実現した場合と比べると素子の数が少なくなっている。フィルターに属する他の素子は、共振器10、11、コンデンサ54~58及びコイル12である。

【0035】種々の共振器に基づく種々のタイプのフィルターを該フィルターとして使用することができる。大電力、高周波数の場合には、螺旋共振器又はセラミック伝送線共振器に基づくフィルターを使用するのが好ましい。また、例えば弾性表面波(SAW)フィルター又はストリップラインフィルターが問題となることがあるので、共振器10及び11を、例えば図11のSAWフィルター15の代わりに、或いは図9の誘電体共振器の代わりに、伝送線共振器として作られる。他の種類のフィルターをも使用し得ることは当業者にとっては明白である。送信機と受信機とのアイソレーション減衰は30dBの大きさであると既に記述した。アナログ電話では、必要なアイソレーション減衰量は一般的には60dBである。例えば簡単なRFスイッチでも達成し得る20dBのアイソレーションを遵守すると、TDMA/FDD及びTDMA/FDMAシステムのフィルターに使用される共振器の数を少なくすることができ、従ってフィルターのサイズが小さくなる。例えば、フィルターにセラミック共振器を使用する場合にはアンテナスイッチAの全体の容積は1立方センチメートルよりかなり小さくなると見積もることができる。

【0036】図9の(A)および(B)は、図8の回路図の基本実施例としての誘電体フィルターを示しており、このフィルターは、共振器が孔として形成されている誘電体材料のブロックから成っており、その孔は該ブロックを貫通していて、導電性の材料がコーティングされている。図9の(A)の回路構成は図8のそれと全く同じというわけではないけれども、該実施例の主な特徴を示している。該誘電体ブロックは、共振器のいわゆる高インピーダンス端部が開いているブロック表面部分を除いて、導電性の材料でコーティングされている。図においてこの表面は共振器の孔10、11を有する表面として示されている。その孔のコーティングがブロックのコーティングと結合する共振器の底部は図には示されていない。図9の(A)において図の共振器以外の他の全ての素子は、伝送線(罫線が付されている部分)及び個別のディスクリートな素子(例えば表面搭載素子)で形成されており、それらは図において明るい部分として示されている。接続タブ13は、ブロックのコーティングを結合させる、即ちそれはグランド平面として機能する。コイル12はブロックの側面に形成されている。他の結合パターン及び素子も該セラミックブロックの側面に作ることができる。

【0037】図9の(B)および図10に示されている実施例においては、共振器10、11への結合は共振器

13

ブロックBの側面で行われる。他の結合パターンは独立の基板S上に配設されており、この基板Sは、セラミック又はテフロン等の基板であるか、或いは他の材料から成る回路基板である。図9の(B)および図10の実施例では、結合パターンを含む側面も、共振器ブロックBの上面と同じく、実質的にコーティングされていない。共振器10、11への結合のために使用される結合パターンは、共振器ブロックBと基板Sとの間に配置されており、従ってそれらは図9の(B)においては見えない。それらの結合パターンは図10に詳しく示されており、この図は共振器ブロックBを側面から見る図であり、それは図9の(B)においては基板Sに対向している。図10における寸法は図9の(B)におけるブロックの寸法とは一致しない。基板上のストリップライン16は、図10に示されているブロックBの側面上のストリップライン16と結合し、それにより共振器11に電磁的に結合している。共振器10からアンテナへの結合は結合タブ2を通して行われ、それから信号はストリップラインに沿って基板Sに向けられ、該基板上で、図9の

(B)に示されているストリップライン2に送られる。

【0038】図11は、図9の(A)および(B)の実施例に対応する実施例を示すが、図11では弾性表面波(SAW)フィルタがフィルタとして使用されている。例えば米国特許第5、254、962号に開示されているように、他の素子及び結合パターンが配置されている基板にSAWフィルタ15を埋設することができる。

【0039】図12は螺旋共振器フィルタにおける図8の回路の実施例を示す。該フィルタの螺旋共振器は、例えばフィンランド特許FI80542号に開示されているいわゆる指支持構造(又は櫛構造)として実現することのできるものである。共振器10、11は、誘電体基板の延長部の周囲に円筒状コイルとして巻かれた金属ワイヤにより形成される。基板の下部に、例えば表面搭載素子及びストリップラインなどの個別素子により電気回路が形成されている。アンテナスイッチに必要なストリップライン及び素子を誘電体基板に容易に付加することができ、それにより本発明のアンテナスイッチ及びフィルタのコンパクトな複合構造が得られる。数個の素子6~9、12、51~58は、この図において、接続タブにはんだ付けされた表面搭載素子として示されている。

【0040】図13は他の実施例を示しており、この実施例ではRFスイッチK及びフィルタS₁及びS₂は同じアンテナスイッチブロックAに集積されている。送信が行われるときには制御ロジックLはRFスイッチを位置TXに置く。このとき該RFスイッチは送信される信号に対してはTXポートからアンテナポートへの低インピーダンス信号経路となっており、送信フィルタS₁は、アンテナからはアンテナインピーダンス即ちアン

14

テナに整合したインピーダンスに見える。受信フィルタS₂はアンテナからは非常に高いインピーダンスに見えており、信号を大幅に減衰させるので信号は受信機には達しない。RFスイッチは更にRXポートからは非常に高いインピーダンスに見えている。RFスイッチの減衰量は、スイッチの種類及び構成により10~50dBの間でいろいろである。

【0041】受信が行われるときには制御ロジックはRFスイッチに位置RXをとらせる。このときRFスイッチKは受信される信号に対しては低インピーダンスとなり、RXポートへの低反射信号経路となる。受信フィルタS₂はアンテナからはアンテナインピーダンス即ちアンテナに整合したインピーダンスに見える。送信フィルタは受信帯域においては信号を減衰させる高いインピーダンスとなる。スイッチはTXポートからも非常に高いインピーダンスに見える。

【0042】図14は、図13のブロック図の実施例がどのように実現されるかを回路図で示す。共振器R₁~R₃から成る阻止(stop)帯域フィルタは、図2の送信フィルタS₂と同じ機能を有する。共振器R₄~R₆から成る通過帯域フィルタ構造は、受信フィルタS₁と同じ機能を有する。PINダイオード、複式フィルタ(duplex filter)の伝送線、及び個別素子(ディスクリットな素子)から成るアンテナスイッチは、図7のアンテナスイッチと同じ機能を有する。

【0043】次に、図15~図18を参照して本発明とその実施例とを説明する。

【0044】図15はTDM無線装置のブロック図であり、その送受信装置は、本発明により、アンテナスイッチ、フィルタ、受信機のLNA(低雑音増幅器)及びミキサ、並びに送信機のPA(電力増幅器)、方向性結合器及びミキサから成る複合体(combination)を有する。その集積構造は符号100で指示されており、その機能は次の通りである。即ち、フィルタ110とアンテナスイッチ120とは、図4の(B)ないし図14に記載されているものと類似して制御ロジック(図示せず)により制御される複合構造を形成している。受信が行われるとき、この構造はアンテナから低雑音増幅器(LNA)130への低インピーダンス、低損失の信号経路となり、この増幅器は受信された高周波信号を増幅する。増幅された信号は帯域通過フィルタ135で濾波され、その濾波された信号は、ミキサ140において、シンセサイザ200から供給される第1注入信号と混合される。混合結果として得られる中間周波数(IF)信号は、帯域通過フィルタ(BPF)180を通して受信機のRX回路の残部に送られて更に処理される。

【0045】無線装置100の送信系はもう一つの局部発信器信号(LO)を有し、この信号は、送信機の前端部(図示せず)により生成されてミキサ150において

第1注入信号と混合される。ミクサ150の出力は帯域通過フィルター155を通して電力増幅器160に向けられ、その出力は方向性結合器170を通してアンテナスイッチ/フィルター・ブロック110、120に接続される。送信が行われるとき、このブロックは上記したように動作して、TXポートからアンテナへの低インピーダンス、低損失の信号経路となる。

【0046】図15に示されている本発明の構造は、無線装置の設計をフィルターの設計の観点から注目することが有益であるという認識に基づいている。このとき、フィルターと、該フィルターに集積されたアンテナスイッチとの入力インピーダンス及び出力インピーダンスを、該インピーダンスが該構造の他のセクションのインピーダンス、特に増幅器のインピーダンスと最適に整合することとなるように選択することができる。徹底的な設計により、LNA130の入力側とPA160の出力側とに設けられていた独立の50オーム・インピーダンス整合回路を無くすることができる。

【0047】図16は、図15の回路が本発明による集積構造として誘電体フィルターにおいてどのように実現されるのかを示す。図16はアンテナスイッチ及びフィルターの受動的素子に関しては図9の(B)の実施例と対応しており、共振器以外の全ての素子は伝送線(野線が付された部分)と個別素子(ディスクリットな素子)

(例えば表面搭載素子)とから成っている。フィルターは誘電体材料のブロックBから成っており、このブロックにおいて共振器が孔として形成され、その孔は該ブロックを貫通していて伝導性材料でコーティングされている。共振器10、11への結合は、共振器ブロックBの側面で行われる。他の結合パターンは独立の基板S上に設けられており、該基板はセラミック又はテフロン(40)の基板、又はその他の材料の回路基板である。個別素子は図において明るい部分として示されている。側面に結合パターンを形成することもできるし、個別素子を側面に固定することもできる。能動的素子即ちLNA、PA及びミクサ140及び150は、図16の実施例では個別素子として示されている。それらを一つのGaAs回路に集積することもでき、それは、参照符BPF(RF)/RXin、BPF(RF)/RXout、BPF(RF)/TXin及びBPF(RF)/TXoutが付されている帯域通過フィルターのための端子を構成する。

【0048】図15において参照符120が付されているアンテナスイッチは、図16において二つのPINダイオードPINshunt及びPINserで実現されている。該ダイオードのバイアス電圧は、ポートVbiasと電流制限抵抗器R/Vbiasとを介して回路に供給される。スイッチは図7に示されているように機能し、PINshuntはダイオードD2(図7)として動作し、PINserはダイオードD1として動作する。他の個別素子及びそれに接続されている伝送線はイ

ンピーダンス整合回路を形成しており、それは位相シフタ(移相回路)PSとしても使われる。図は金属カバーも示しており、このカバーは回路全体を囲んで、回路への干渉を防止する。

【0049】図17は、図15の回路が本発明による集積構造として螺旋共振器フィルターにおいてどのように実現されるかを示す。アンテナスイッチ及びフィルターの受動的素子に関しては図17は図16の実施例と対応しているけれども、共振器は、支持構造として作用する回路基板の指状延長部の周囲に巻かれた円筒状のコイル導体即ち螺旋である。螺旋共振器への結合は、回路基板の表面上の接続タブ(図示せず)を通して行われる。他の結合パターンは回路基板上に設けられ、個別素子(ディスクリットな素子)は図において明るい部分又は野線が付された部分として示されている。図16の場合と同様に、能動的素子LNA、PA及びミクサ140及び150は個別素子として略図示されているけれども、それらを一つのGaAs回路に集積することもでき、それは、参照符BPF(RF)/RXin、BPF(RF)/RXout、BPF(RF)/TXin及びBPF(RF)/TXoutが付されている帯域通過フィルターのための端子を構成する。PINダイオードPINshuntおよびPINserと、それらに接続されている回路とは、図16の実施例と同様に動作する。

【0050】図16及び17には、本発明の集積された送受信装置の一部として技術的に実現された図6の方向性結合器も示されている。図16及び17においては方向性結合器のストリップライン(図6においてはこれに参照符Bが付されている)は、電力増幅器PAからアンテナポートに向けられたストリップラインの隣に位置する。図16及び17において方向性結合器ポート170及び終端抵抗器R/170(図6ではこれらは参照符号8及びRで指示されている)は、受信機の縁に位置して、方向性結合器のストリップラインの端部に接続されている。

【0051】図18は、図15の回路がどのようにして本発明による集積構造として実現されるかを示しており、ここではフィルターとしてセラミックフィルター又はSAWフィルターが使用されており、該構造は公知のMCM(マルチチップモジュール)技術で形成される。MCM技術の例としては下記のものがある:

MCM-C(共焼セラミックス(Cofired Ceramics))

MCM-L(有機ラミネート)

MCM-D(付着誘電体(Deposited Dielectrics))

MCM-D/C(共焼セラミックスに誘電体が付着された構造)

MCM-Si(無機厚膜)、及び

厚膜ハイブリッドMCM

【0052】アンテナスイッチ及びフィルターに接続されている全ての受動的素子、及び上記の能動的素子(L

17

NA、PA及びミクサ)はマルチチップモジュールに内蔵される。能動的素子は、公知の方法で接続された、パッケージに納められていないチップ240としてMCM構造に搭載される。その公知の方法としては、例えばダイ付着(Die Attach)／ワイヤボンディング、タブ、フリップタブ、及びフリップチップ法がある。図には、ワイヤボンディング法による接続ワイヤ250がある。チップ、素子及び伝送線により形成される回路は、保護プラスチックケース220にモールドされている。集積体をアンテナに接続するポート210、発振器、及び該無線装置の他のセクションは、モジュールの側面上にある(図には2個のポートだけが示されている)。

【0053】

【発明の効果】マルチチップモジュール法で実現される実施例は、個別素子を集合させて作る実施例と比べると幾つかの長所がある。多層回路基板230をMCM構造に使用することができ、その場合、該構造に属するグラウンド平面270と素子との間の導体260を該モジュールの中に極めて自由に配置することができる。該導体は比較的短く、そのために回路の電気的性能が向上すると共に面積を節約することができる。

【0054】本発明の集積された送受信装置をTDMA/FDDシステムの無線電話に使用するとき、在来の複式フィルター(duplex filter)の良好なアイソレーション特性及び濾波特性を維持しながら送受信装置の容積と送受信装置が回路基板上に必要とする面積とを減少させることができる。更に、RFスイッチ解決策と比べると、回路基板に挿入される素子の数が少なくなっている。TDMA/FDD方式及びTDMA/TDD方式の両方で動作するように電話を構成する必要があるかも知れない将来の二重モード(dual-mode)電話に本発明の集積構造を使用することができる。本発明に類似する構成を使用することは、狭いデュプレックスインターバル(duplex intervals)の通信網が使用されるときには特に重要になる。そのとき、在来の受動的複式フィルターをほどよい大きさ内に設計することは不可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術のTDM無線装置のブロック図である。

【図2】従来技術のRFアンテナスイッチと無線電話へのインターフェースとのブロック図である。

【図3】無線電話に使用された複式フィルターを示す図である。

【図4】(A)は別々のセクションをなすRFスイッチ及びフィルターの使用を示すブロック図であり、(B)はRFスイッチ／フィルター構造を使用する装置の前端部を示すブロック図であり、(C)は他のRFスイッチ／フィルター構造を使用する装置の前端部を示す図である。

18

【図5】共振器の周波数の変更を可能にする公知の方法を示す簡略回路図である。

【図6】フィルターと関連させて方向性結合器を実現することを可能にする公知方法の簡略図である。

【図7】公知のアンテナスイッチのデザインの簡略回路図であり、点線内はそのアンテナスイッチのアイソレーションを増加させようの原理を示す図である。

【図8】図7の公知アンテナスイッチのデザインをどのようにしてフィルター構造の一部として集積し得るかを示す簡略回路図である。

【図9】(A)は図8の回路図の構造をフィルターを使って実現する方法を示す図であり、(B)は図8の回路図の構造を誘電体フィルターを使って実現する他の方法を示す図である。

【図10】図9の(B)の共振器ブロックの底面を示す図である。

【図11】図8の回路図による構造をSAWフィルターを使って実現する方法を示す図である。

【図12】図8の回路図による構造を螺旋共振器フィルターを使って実現する方法を示す図である。

【図13】RFスイッチ／濾波アンテナスイッチを使用する装置の前端部のブロック図である。

【図14】図7による公知アンテナスイッチデザインを複式フィルターの一部として集積する方法を示す簡略回路図である。

【図15】本発明による送受信装置を使用するTDM無線装置のブロック図である。

【図16】誘電体フィルターを使用して実現した図15の送受信装置の実施例の回路図及び構造図である。

【図17】螺旋共振器フィルターを使用して実現した図15の送受信装置の実施例の回路図及び構造図である。

【図18】セラミックフィルター又はSAWフィルター及びMCM技術を使用して実現した図15の送受信装置の実施例の断面を示す図である。

【符号の説明】

120…アンテナスイッチ

130(LNA)…低雑音増幅器

110、135、155、180…帯域通過フィルター

140、150…ミクサ

160(PA)…電力増幅器

170…方向性結合器

200…シンセサイザ

210…ポート

220…保護プラスチックケース

230…多層回路基板

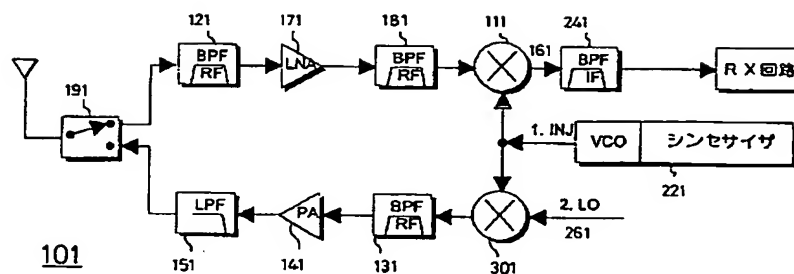
240…パッケージに納められていないチップ

250…接続ワイヤ

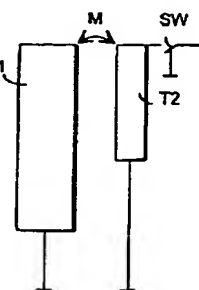
260…導体

270…グラウンド平面

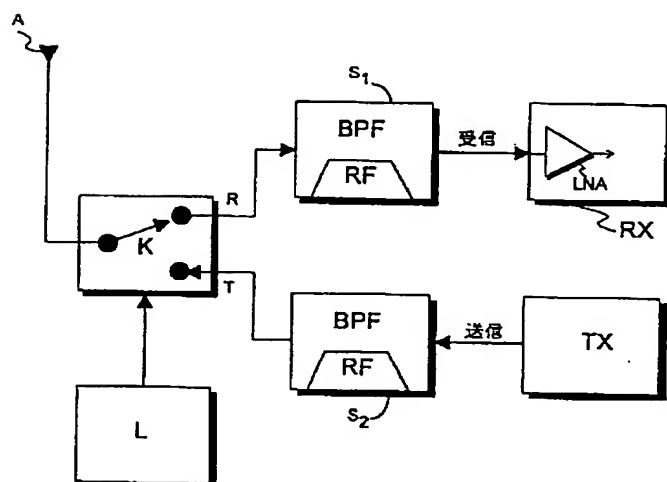
【図1】



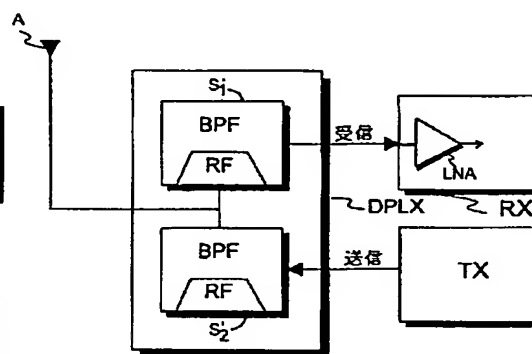
【図5】



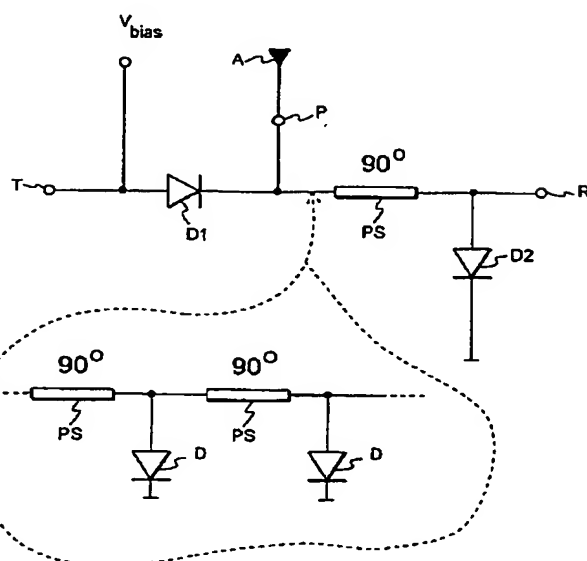
【図2】



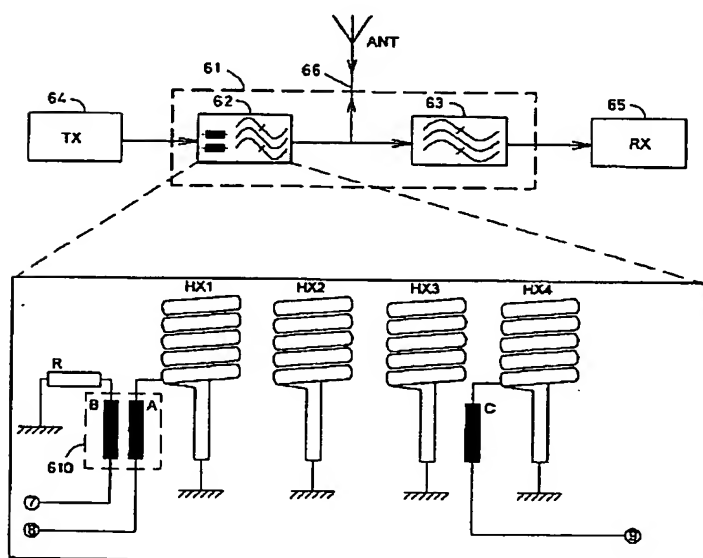
【図3】



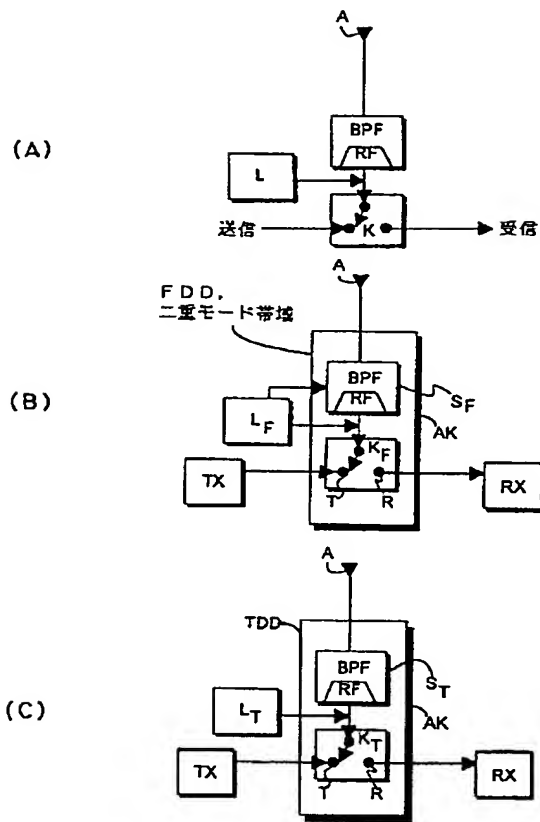
【図7】



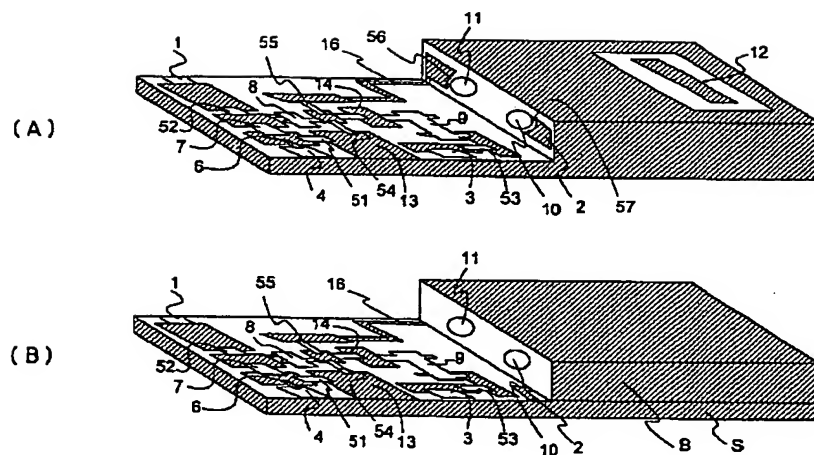
【図6】



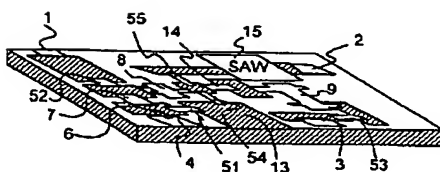
【図4】



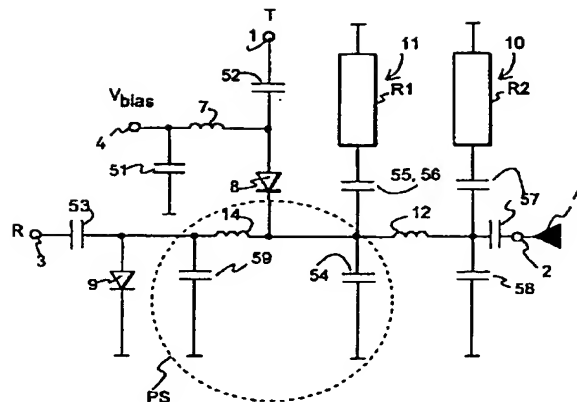
【図9】



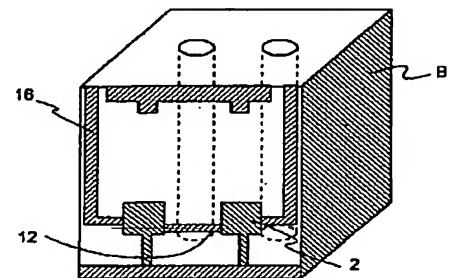
【図11】



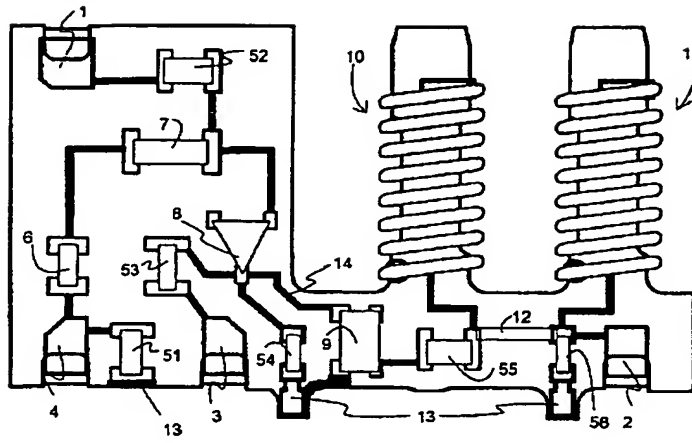
【図8】



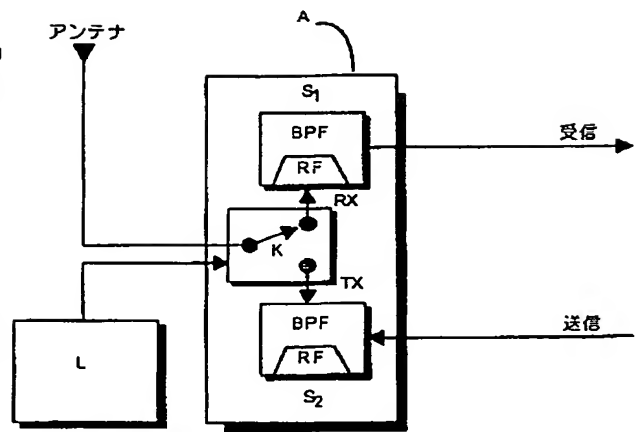
【図10】



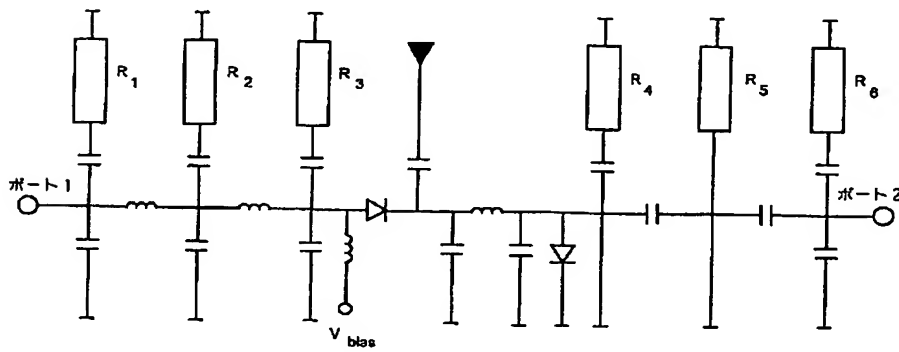
【図12】



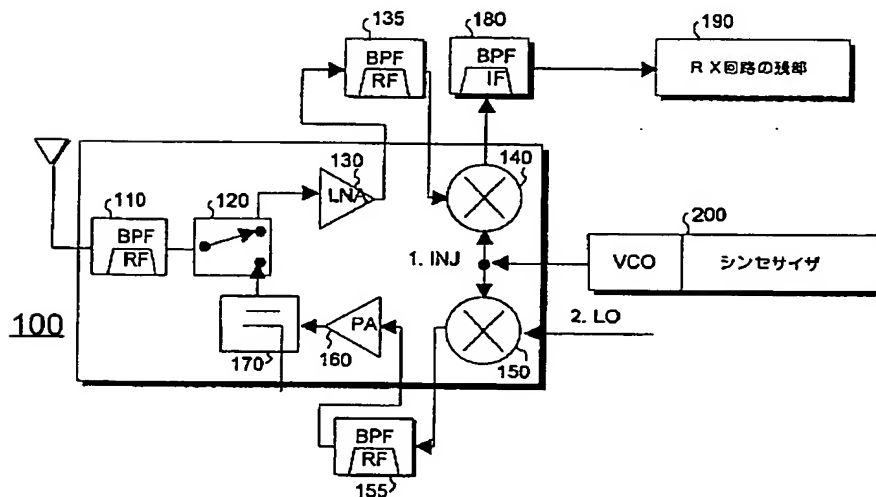
【図13】



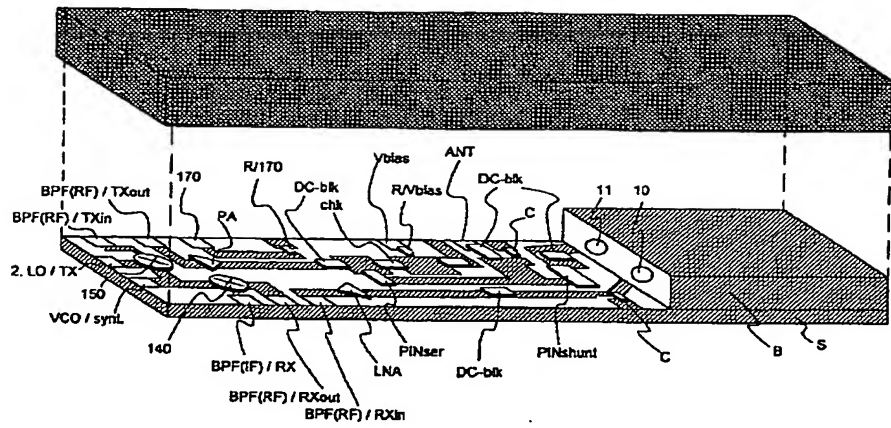
【図14】



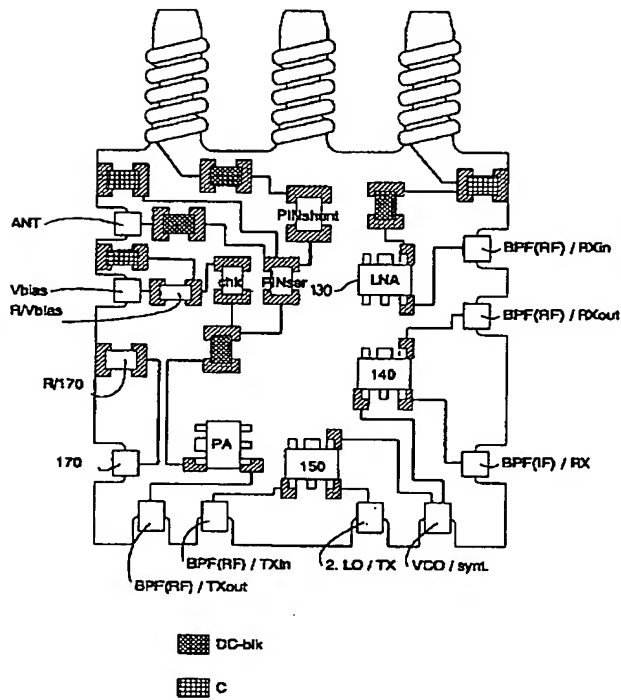
【図15】



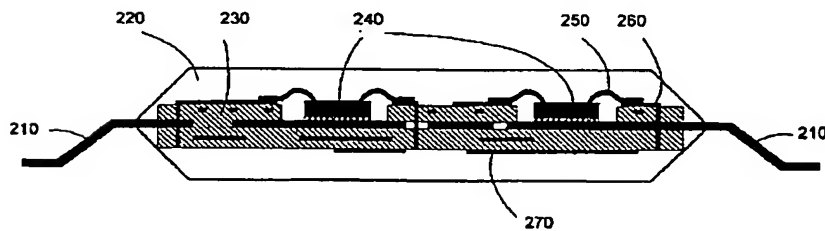
【図16】



【図17】



【図18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.